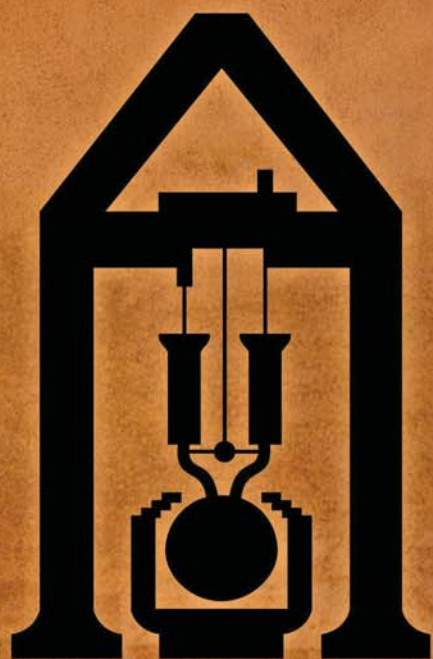




**ПОЛЗУНОВСКИЙ
АЛЬМАНАХ**

ФГБОУ ВО
«Алтайский государственный
технический университет
им. И. И. Ползунова»



**МАТЕРИАЛЫ
XX МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ «ВИРТУАЛЬНЫЕ
И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ
СИСТЕМЫ»**

**4
2025**

НА ОБЛОЖКЕ:
Сереброплавильный завод города Барнаула в середине XIX века

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ

№ 4 / 2025

Свидетельство о регистрации ЭЛ № ФС 77-84785
выдано 17 февраля 2023 г. Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций РФ

Главный редактор
А. М. Марков

Зам. главного редактора
Е. С. Ананьева

Редакционная коллегия:

Н. С. Зайков
И. В. Харламов
И. Н. Сычева
А. С. Авдеев
С. В. Ананьин
А. С. Баранов
И. А. Поляков

Редакционный совет выпуска:

А. Г. Зрюмова
В. А. Соловьев

Под общей редакцией:

д.т.н., профессора кафедры
«Информационные технологии»
С. П. Пронина

Адрес редакции и издательства:

656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46,
тел.: 29-09-48

© Алтайский государственный технический
университет им. И. И. Ползунова, 2025

В НОМЕРЕ:

Раздел 1

ВИРТУАЛЬНЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Т. Е. Шляхтина

ОБЗОР МЕТОДОВ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ
НАНООБЪЕКТОВ НА СЗМ-ИЗОБРАЖЕНИЯХ
С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ
МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ
СЕТИ 4

А. А. Савлук, Д. А. Савлук, Г. В. Лысак,
И. А. Лысак

РАСЧЕТ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ
ПРИ ФОРМООБРАЗОВАНИИ ИЗДЕЛИЙ
МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ
НАПЛАВКИ ТИТАНА В ВАКУУМЕ 9

И. Е. Гусаров, А. И. Калугин, Е. А. Антонов,
Е. Ю. Шелковников

ВЛИЯНИЕ ФЛУКТУАЦИИ ЧАСТОТ
КОЛЕБАНИЙ ЗЕРКАЛЬНЫХ СКАНИРУЮЩИХ
ЭЛЕМЕНТОВ НА ВЕРОЯТНОСТЬ
ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ПОИСКА ПРИ
СКАНИРОВАНИИ ПРОСТРАНСТВА ПО
ТРАЕКТОРИИ
В ВИДЕ ФИГУР ЛИССАЖУ 13

Б. С. Первухин, Д. Е. Кривобоков,
А. А. Ключанов

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ
ОЦЕНКИ НЕИНФОРМАТИВНЫХ
ПАРАМЕТРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РЕЗУЛЬТАТ
ИЗМЕРЕНИЯ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ПРОВОДИМОСТИ РАСТВОРОВ 17

К. А. Шляхтин

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕБУЕМОЙ
ПОЛОСЫ ПРОПУСКАНИЯ
ПРИЕМНО-УСИЛИТЕЛЬНОГО ТРАКТА
ЛАЗЕРНОЙ ЛОКАЦИОННОЙ
СИСТЕМЫ 22

Раздел 2
ВИРТУАЛЬНЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ
СИСТЕМЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

В. Н. Гусятников, Т. Н. Соколова
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ
ГЕНЕРАЦИИ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ 27

И. А. Бобров, А. А. Чепуштанов
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАНОВКЕ И
ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СИСТЕМ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ОПЕРАЦИОННОЙ
СИСТЕМЕ RED ОС 31

Раздел 3
ВИРТУАЛЬНЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ
СИСТЕМЫ В ЭКОЛОГИИ И СЕЛЬСКОМ
ХОЗЯЙСТВЕ

В. С. Афонин, А. Н. Чубов
ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
СОСТАВА ЗЕРНОВОГО ПОТОКА 34

А. А. Пилецкий, С. П. Пронин
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПОЗДНЕГО
СЛИЯНИЯ ПРИЗНАКОВ В СВЕРТОЧНОЙ
НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
КАЧЕСТВА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
УРОЖАЙНОСТИ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ 37

Д. Д. Машкин, С. П. Пронин
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА
ИЗМЕРЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ
ЧАСТИЦ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ... 40

Раздел 4
ВИРТУАЛЬНЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ
СИСТЕМЫ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Г. В. Медведев, Ю. А. Осокин
ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ 44

Д. Е. Кривобоков, Н. А. Пушков
МЕТОД КОМПЕНСАЦИОННОГО
ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ПРОВОДИМОСТИ
КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОЙ ЯЧЕЙКИ 49

Раздел 5
ВИРТУАЛЬНЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ
СИСТЕМЫ В ОБРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИИ

Д. Ю. Козлов, З. В. Тихомирова, Г. Е. Казаков
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ
МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ
ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ В СЕТЕВЫХ
ДАННЫХ..... 52

И. А. Бобров, А. Г. Зрюмова, П. А. Зрюмов
ОБЗОР МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ
ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ЗАДАЧ ВЫДЕЛЕНИЯ
ОБЪЕКТОВ 57

Т. В. Котлубовская, А. И. Агарин
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ
СОРТИРОВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ
РАСТЕНИЙ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ
MICROSOFT VISUAL STUDIO 62

Д. Е. Пузик, Н. П. Пустовойтов,
В. И. Биянов
СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К
ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ
ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА
ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 68

М. С. Гонохов, Д. Е. Косихин, В. С. Падалко
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ
ПРОГРАММИРОВАНИЯ
МИКРОКОНТРОЛЛЕРА CN32V003 73

В. В. Сидоров, А. А. Сухоруков,
В. Р. Абдрашитов, Е. В. Грива
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА
МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА
ЮРИДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ 76

Д. Е. Пузик, Н. В. Пивоваров, Д. И. Ердаков,
Д. А. Ласкин
ДЕТАЛИЗАЦИЯ ОКРУЖЕНИЯ В
ПРИЛОЖЕНИЯХ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ
ГАРНИТУР ВИРТУАЛЬНОЙ
РЕАЛЬНОСТИ..... 79

Раздел 6

ВИРТУАЛЬНЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В СТУДЕНЧЕСКИХ РАБОТАХ

*Б. С. Первухин, Д. Е. Кривобоков,
М. Ю. Ташкин*
ВОЗМОЖНОСТЬ РАСШИРЕНИЯ ОБЛАСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ КОНТАКТНЫХ
КОНДУКТОМЕТРОВ ЗА СЧЁТ АНАЛИЗА
ПАРАМЕТРОВ ТОКА ПОД ВЛИЯНИЕМ
ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ
РЕАКЦИЙ НА ЭЛЕКТРОДАХ 83

*Д. Е. Пузик, Н. В. Пивоваров, Д. И. Ердаков,
Д. А. Ласкин*
ТЕКСТУРИРОВАНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ В
ПРИЛОЖЕНИЯХ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ
ГАРНИТУР ВИРТУАЛЬНОЙ
РЕАЛЬНОСТИ 86

*М. С. Королёв, А. С. Анисимов,
В. А. Логинов, В. А. Щеколдина*
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИМУЛЯТОРА ДЛЯ
ОТРАБОТКИ НАВЫКОВ УПРАВЛЕНИЯ
БЕСПИЛОТНЫМИ АППАРАТАМИ 90

*Т. В. Котлубовская, Д. Е. Романенко,
Т. Ю. Федорова*
РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ
УКЛАДКИ ПРОДУКЦИИ В ШОУ-БОКСЫ .. 94

*Д. Е. Пузик, Н. В. Пивоваров, Д. И. Ердаков,
Д. А. Ласкин*
АППАРАТНЫЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ
ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ
ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ
ГАРНИТУР ВИРТУАЛЬНОЙ
РЕАЛЬНОСТИ 97

П. А. Зрюмов, И. А. Курников
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ СЦЕНЫ НА
ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛИ
MIDAS И ТЕХНОЛОГИИ MICROSOFT
KINECT 99

*Д. Е. Пузик, Н. П. Пустовойтов,
В. И. Биянов*
ТРЕБОВАНИЯ К ОКРУЖЕНИЮ ДЛЯ
ПРИЛОЖЕНИЙ АВТОНОМНЫХ ГАРНИТУР
ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ 102

И. С. Кладов, Д. Е. Кривобоков
МЕТОД НЕЙРОСЕТЕВОЙ РЕГРЕССИИ ДЛЯ
ОЦЕНКИ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕТАЛЛОВ ПО
ВИЗУАЛЬНЫМ ДАННЫМ 105

Д. Е. Кривобоков, Н. В. Марков
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНОГО
КОНТАКТНОГО КОНДУКТОМЕТРА 109

Раздел 7

РАЗНОЕ

Н. Н. Лопаткин, А. И. Чередниченко
РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛОВ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ И
СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ ДЛЯ
ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ К
РАБОТЕ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ
ИНЖЕНЕРНЫХ КЛАССАХ 112

*И. Д. Парамонов, А. Н. Сомов,
К. Р. Заричный*
АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ 123

А. В. Куркин, С. Ф. Нефёдов
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МИКРОСХЕМЫ
ТРАFE5160 ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СЕТЕВОГО
НАПРЯЖЕНИЯ В СЕТЯХ 0.4 кВ 129

П. Б. Шибеев
МАССОВЫЙ ОТКРЫТЫЙ ОНЛАЙН-КУРС
В СИСТЕМЕ ФОРМИРОВАНИЯ
УСТОЙЧИВОСТИ МУНИЦИПАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ: СРАВНИТЕЛЬНОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
НА ПРИМЕРЕ Г. КАЗАНЬ 132

О.А. Соколов, А.А. Устинова
АВТОМАТИЗАЦИЯ НАВИГАЦИОННЫХ
СИСТЕМ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДУШНОГО
ДВИЖЕНИЯ 142

О.А. Соколов, П.И. Угаров
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО
ПАРИРОВАНИЯ ВЕТРОВЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ
ПРИ ЗАХОДЕ НА ПОСАДКУ НА ОСНОВЕ
АДАПТИВНОГО ПРЕДИКТИВНОГО
СИНТЕЗА 146

Учредитель журнала:

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Алтайский государственный
технический университет имени И. И. Ползунова»

УДК 378.147.53+372.853

РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ И СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ К РАБОТЕ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КЛАССАХ

Н. Н. Лопаткин, А. И. Чередниченко

Алтайский государственный педагогический университет, Бийский филиал им. В.М. Шукшина,
г. Бийск

Инженерные классы общеобразовательных учреждений позволяют подготовить будущих студентов к обучению в вузах инженерного профиля, создавая тем самым базу для будущего кадрового потенциала технологического развития России. В статье описаны вопросы, возникающие при разработке содержания обучения профильных инженерных классов и представлены разработанные методические материалы, предназначенные для подготовки учителей физики к работе в инженерных классах, а именно, учебно-методический комплекс для проведения факультатива «Методика преподавания электротехники и силовой электроники для инженерных классов» для студентов педвузов, учитывающий, в частности, высокую потребность в инженерных кадрах направления подготовки бакалавров «Электротехника и энергетика». Показан пример применения компьютерного моделирования в среде PSIM на лабораторно-практических занятиях факультатива. Кратко описано, в каких условиях проведена частичная апробация разработанных методических материалов.

Ключевые слова: инженерные классы, физика, подготовка учителей, педвузы, бакалавриат, содержание обучения, электротехника и силовая электроника в школе, учебно-методический комплекс, компьютерное моделирование, PSIM.

Благодарности. Статья подготовлена при финансовой поддержке Министерства просвещения России в рамках реализации государственного задания № 073-00044-25-02 от 23.09.2025 г.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из актуальных трендов в подготовке высококвалифицированных специалистов для обеспечения технологического развития России является создание профильных инженерных классов, в которых учащиеся общеобразовательных школ, лицеев и гимназий могут пройти необходимую подготовку для дальнейшего обучения инженерным специальностям.

Инженерный класс – это специализированная модель профильного образования в общеобразовательных организациях, представляющая собой интегрированную систему углубленного изучения естественнонаучных дисциплин в сочетании с практико-ориентированной подготовкой к будущей инженерной деятельности. Инженерные классы создаются при поддержке Министерства просвещения, Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, а реа-

лизуются прежде всего при поддержке ведущих технических университетов и высокотехнологических предприятий [1, 2].

Данная инициатива входит в целую систему мероприятий, направленных на развитие в России образования, науки и современного производства, продолжая тенденции завершенного по основным мероприятиям национального проекта «Образование» и соответствуя Указу Президента Российской Федерации от 18.06.2024 № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий», в том числе его направлению 6 «Укрепление социокультурной идентичности российского общества и повышение уровня его образования» [3].

Насущная потребность в инженерных классах как базовом уровне для подготовки будущих кадров диктуется и продлением до 2030 года программы для вузов федерального проекта «Передовые инженерные школы»

(«ПИШ») [4], который был разработан Минобрнауки России в 2021 году в качестве стратегической инициативы и являлся частью государственной программы «Научно-технологическое развитие Российской Федерации». В рамках исполнения Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» с 2025 года была обеспечена преемственность мероприятий проекта «ПИШ» путем их включения в федеральный проект «Университеты для поколения лидеров» национального проекта «Молодежь и дети». Сейчас в стране действует 50 ПИШ, а к 2030 году их количество должно увеличиться до сотни [5, 6].

Таким образом, как и остальные перечисленные выше мероприятия, создание инженерных классов как их базовое звено должно способствовать преодолению дефицита высококлассных инженерных кадров. Однако здесь возникает ещё одна проблема: для возможности обучения школьников в профильных инженерных классах педагоги, как уже работающие в общеобразовательных учреждениях, так и будущие, обучаемые в педагогических вузах, должны обладать соответствующими компетенциями, т.е. должны сами пройти необходимую подготовку.

Министерством просвещения Российской Федерации поддержан проект тематики научных исследований в рамках прикладной НИР «Предметная подготовка учителей физики в области электротехники и силовой электроники для работы в специализированных инженерных классах общеобразовательных школ, лицеев и гимназий» (государственное задание Минпросвещения РФ № 073-00044-25-02 от 23.09.2025 г., № ПТНИ 1024032900015-9-5.3.1). В рамках данного проекта руководителем и исполнителями проекта - коллективом на базе кафедры математики, физики, информатики (МФИ) Бийского филиала им. В.М. Шукшина АлтГПУ - выполнены следующие основные задачи:

1) проведен анализ современных тенденций развития электротехники и силовой электроники, рассмотрены тенденции современных стандартов и требований к электрическому питанию для улучшения предметного содержания обучения физике в инженерных классах;

2) проведен поиск подходов к совершенствованию организации обучения техническим дисциплинам в инженерных классах школ, выявлено, что для достижения такой цели наиболее эффективными будут разра-

ботка и использование цифровых образовательных ресурсов и цифровых средств обучения и привлечение к сотрудничеству преподавателей педагогических и инженерных университетов);

3) разработаны программа обучения, тематические планы и содержание занятий по электротехнике и силовой электронике для подготовки учителей физики к работе в инженерных классах общеобразовательных школ, лицеев и гимназий, а также разработаны компьютерные модели для лабораторно-практических работ;

3) разработаны схема и наиболее общий алгоритм работы программно-аппаратного комплекса для мобильного обучения учителей физики в вузе педагогического профиля по основам электротехники и силовой электроники для предметной подготовки учителей физики в области электротехники и силовой электроники для работы в специализированных инженерных классах общеобразовательных школ, лицеев и гимназий;

4) проведена апробация разработанных методических материалов в учреждениях образования, подготовлены и представлены в текстах научных публикаций рекомендации для внедрения учебно-методического комплекса в учебный процесс вузов педагогического профиля.

Ниже описаны некоторые важные аспекты, касающиеся разработки содержания обучения учебного предмета «Физика» в инженерных классах и представлены методические материалы разработанного учебно-методического комплекса (УМК) для проведения факультатива «Методика преподавания электротехники и силовой электроники для инженерных классов» при обучении студентов педвузов.

СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ В ИНЖЕНЕРНЫХ КЛАССАХ

Несмотря на значительную широту охвата различных инженерных направлений, наиболее развитой систему инженерных классов можно считать в двух основных профилях: судостроительном и авиастроительном, разработанных флагманскими вузами – Санкт-Петербургским государственным морским техническим университетом (СПбГМТУ) и Московским авиационным институтом (МАИ) соответственно [1].

При этом структура образовательных программ развита, а содержание разнообразно. Для основных направлений обучения образовательная программа инженерных

классов включает или может включать перечисленные ниже базовые компоненты (сопровождаются примерами наиболее востребованных предметов и компетенций).

1) Углубленное изучение профильных предметов:

«Математика» (алгебра, геометрия, вероятность и статистика);

«Физика» (механика, электродинамика, термодинамика, оптика);

«Информатика» (программирование, базы данных, алгоритмизация).

2) Дополнительные общеразвивающие программы:

«3D-моделирование и 3D-печать»;

«Авиамоделирование»;

«Морская робототехника и судомоделизм»;

«Оптика лазеров»;

«Основы проектирования и конструирования»;

«Робототехника и электроника»;

«Дизайн и CAD-системы».

3) Внеурочная деятельность:

экскурсии на производственные площадки и в лаборатории;

мастер-классы от специалистов вузов и предприятий;

инженерные соревнования и научные конференции;

практические занятия и лабораторные работы;

проектная деятельность.

Программы реализуются для различных возрастных групп и на различных уровнях образования. Так, например, авиастроительные классы открываются с 5-7 класса, судостроительные классы – с 10-го класса, а углубленное обучение профильным дисциплинам производится в 10-11 классах.

Интересна статистика развития инженерных классов с точки зрения их численности и географического распределения, доступная по состоянию на 2024-2025 учебный год [1, 2]:

1) если к 2022-2023 году было создано 126 инженерных классов, то в 2023-2024 учебном году функционировал уже 131 инженерный класс;

2) данный проект охватывает 23 российских региона, и в нём участвуют 96 общеобразовательных школ.

Динамика развития проекта в регионах показывает значительный рост, что видно на конкретных примерах. Так, в Новосибирской области функционирует 301 специализированный класс по 6 различным направлениям, включая 181 инженерный класс. Последние, в

свою очередь, разделены на 11 агротехнологических, 14 биотехнологических, 106 инженерно-технологических, 46 информационно-технологических и ряд других классов [7].

В г. Бийске инженерные классы уже открыты на базе школы № 3 и гимназии № 11, а в 2024-2025 учебном году планируется их открытие также в школах № 1, 12 и 17. Преподавание ведется совместно с Бийским технологическим институтом Алтайского государственного технического университета [8].

Как можно видеть из изложенного выше, программы обучения ориентированы, главным образом, на инновационные направления, а такое более традиционное, но абсолютно необходимое направление, как электроэнергетика, явным образом проектом не поддерживается. При этом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» в технических университетах идёт обучение бакалавров по 89 профилям подготовки [9], т.е. для такого количества профилей электротехника является базовой дисциплиной.

Авторы работы [10] считают, что процесс обучения и воспитания школьников в профильных инженерно-технологических классах будет более продуктивным при использовании целей Национальной технологической инициативы (НТИ), которая реализуется как обозначенное Президентом РФ приоритетное направление, а не при ориентировании на специальности и направления подготовки высшего образования. Сложно не согласиться с данной идеей, правильность которой подтверждается как теоретическим анализом, так и практикой реализации инженерных классов по всей России. Однако одним из направлений НТИ как раз является электроэнергетическое направление EnergyNet (Энерджинет) [11, 12].

Хотя традиционно электроэнергетика и считается, и является одной из наиболее развитых отраслей в России, назревает необходимость ее глубокой модернизации. От успешности данного процесса зависит качество энергообеспечения всех видов производств, социальных и культурных объектов, информационных и управленческих структур и систем. Несмотря на то, что традиционной электроэнергетике наметилась некая альтернатива в рамках концепции водородной энергетики, а одним из быстро развивающихся способов обработки и передачи информации является оптический, XXI век остается веком электричества, судя по процентным долям электрической энергии и электрических сигналов от общего потока используемой энер-

гии и информационных сигналов, соответственно.

Таким образом, оснащение производства эффективными и экологичными средствами генерации, передачи, хранения, преобразования и потребления энергии, средствами обработки информационных потоков невозможны сегодня без электроэнергетики, эффективность и гибкость которой зависят от современных и разрабатываемых систем силовой электроники, активно вовлекаемых в развитие систем возобновляемой энергетики, таких как солнечные фотоэлектрические станции и ветроэнергетические установки. Развитие в этом направлении требует подготовки большого количества высококвалифицированных инженерных кадров, что возможно лишь при привлечении в инженерные вузы лучших, мотивированных, должным образом подготовленных выпускников школ.

И здесь остро встает вопрос о квалификации и компетенциях учителей физики, которые будут вести занятия в инженерных классах. Одним из путей совершенствования подготовки учителей физики в области электротехники и силовой электроники для работы в специализированных инженерных классах общеобразовательных школ, лицеев и гимназий состоит в разработке обновленного предметного содержания обучения.

Анализ тенденций развития электротехники и силовой электроники в России и в мире, с точки зрения их обновления и применения, показывает, что современными трендами являются:

- 1) переход от централизованного энергоснабжения к распределенной генерации;
- 2) переход от традиционных к возобновляемым источникам энергии [13];
- 3) «умная» или «интеллектуальная» энергетика [14], в т.ч. внедрение упомянутой выше концепции Энерджинет;
- 4) развитие электрических и гибридных транспортных средств [15];
- 5) использование технологий искусственного интеллекта при генерации, передаче, преобразовании и потреблении электрической энергии [16].

Являясь своеобразной внутренней кухней электротехники и силовой электроники, но оказывая непосредственное влияние на работу этой отрасли, современные стандарты и требования к электрическому питанию показывают уже не на возможность и потребность, а на необходимость

- 1) повышения энергоэффективности, т.е. повышения КПД систем, движения в направлении идеальности систем, т.е. улучшения их

массогабаритных показателей, снижения себестоимости систем и т.д. [17, 18];

- 2) повышения качества генерируемой энергии и электромагнитной совместимости устройств силовой электроники как с питающими сетями, так и с нагрузками, что предусматривает снижение доли высших гармоник в выходных напряжениях и токах силовых преобразователей (вплоть до достижения ими синусоидальных временных зависимостей), нахождение потребляемых из сети токов в фазе с питающими напряжениями, симметрирование трехфазного питания и потребления энергии, т.е. коррекцию и устранение из электромагнитных процессов циркуляции реактивной мощности различных типов [19, 20].

Конечно же, не все указанные выше тенденции можно и нужно учитывать и выдвигать в качестве приоритетов при коррекции содержания школьного естественнонаучного и политехнического предметного обучения. Но следует четко представлять себе, что одной из причин нынешнего технологического отставания России от лидеров является явно недостаточная глубина рассмотрения по-настоящему важных разделов физики в школьных учебных программах начала XXI века. К сожалению, концепции квалифицированного потребителя А.А. Фурсенко полностью соответствовало репродуцирование у школьников понятия о транзисторе как о некоем сложном приборе, изучение принципов работы которого для них не является необходимым.

Если же обратиться к традициям СССР – государства, граждане которого первыми запустили искусственный спутник Земли и отправили человека в космос, – то можно обнаружить, что ещё с 1950-х годов выпускались и использовались школьные учебники «Электротехника» различных авторов. Предмет этот не был самостоятельным, как отмечают авторы статьи «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА в школе» «Педагогической энциклопедии» [21] (см. с. 771), данный учебный предмет входил в 1957-1964 гг. в состав комплексного курса «Основы производства» в 9-10 классах, а после отмены в общеобразовательной школе производственного обучения был заменён практикумом в системе трудового обучения в этих же классах. В процессе практикума по электротехнике учащиеся не только изучали основы электротехники, но и получали первоначальные сведения по энергетике и электрификации, электронике и автоматике, материаловедению, технологии выполнения монтажа, сборке и ремонту электрических

устройств, технике безопасности, овладевали навыками чтения и составления электротехнических схем и чертежей; измерения электрических величин, сборки и исследования различных электрических цепей и установок, выполнения технических расчётов и т.д. Теоретические и практические занятия с учащимися школы проводились в специально оборудованных помещениях кабинета физики и электротехники. Поэтому совершенно не удивителен подъём в те годы массового технического творчества школьников, студентов, молодых рабочих и инженеров.

А сейчас для подъёма электротехнической отрасли и отраслей, использующих её достижения, необходимо обновление предметного содержания школьных программ по физике, с учетом ключевой роли силовой электроники в развитии современной электротехники и электрического питания. И в первую очередь это касается, конечно же, инженерных классов общеобразовательных учреждений.

ФАКУЛЬТАТИВ «МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ КЛАССОВ»

Подготовкой большей части учителей, которые смогут максимально эффективно трудиться в инженерных классах, обучая будущих студентов технических университетов, должны заниматься университеты педагогические.

Авторами [22] установлено, что одна из приоритетных задач профессиональной подготовки учителя физики состоит в формировании у него готовности организовывать деятельность учащихся по решению прикладных, практически значимых задач, в том числе связанных с разработкой технических устройств, и предложен соответствующий обобщенный метод.

С точки зрения электротехники и силовой электроники, как уже сложившихся технических областей, в первую очередь необходимо изучение элементной базы и функционального назначения основных классов устройств, принципов их функционирования и учащимися инженерных классов, и теми учителями, которые будут их обучать. Здесь на первый план выходит оснащённость лабораторий необходимым оборудованием. Казалось бы, широкие возможности для проведения лабораторных занятий должны представлять педагогические технопарки «Кванториум» - площадки, формируемые на базе

образовательных организаций высшего образования, подведомственных Министерству просвещения Российской Федерации, для подготовки студентов и педагогических работников в целях обеспечения системы образования высококвалифицированными кадрами. Однако данные технопарки ориентированы в большей степени на робототехнику, 3D-моделирование и 3D-печать, беспилотные летательные аппараты и т.п. Большая же часть оборудования, связанного с электротехникой, пригодна лишь для ограниченного числа базовых опытов школьного курса физики (закон Ома, законы Кирхгофа и т.д.) и для демонстрационных экспериментов. Этого явно недостаточно для проведения лабораторных занятий при заявленных нами целях обучения.

Существует широкий ассортимент высококачественного учебного оборудования, ориентированного на программы обучения технических университетов, см., например, [23]. Однако стоимость стендов, особенно при приобретении их в нескольких экземплярах и в варианте с компьютерным интерфейсом, намного превышает разумный бюджет, который может себе позволить региональный педагогический вуз на дополнительное обучение студентов единственного профиля, связанного с физикой.

Исходя из изложенного выше, в нашей работе [24] предложено использовать возможности компьютерного моделирования и проводить лабораторные занятия в программной среде PSIM (Франция), предназначенной для моделирования схем силовой электроники и широко используемой специалистами данного направления как в учебной, так и в научной деятельности [25, 26]. Данная среда, благодаря сочетанию простоты интерфейса и достаточно широкого функционала, почти идеально подходит для обучения электротехнике и силовой электронике школьников и студентов.

Факультатив «Методика преподавания электротехники и силовой электроники для инженерных классов» разработан коллективом проекта для студентов бакалавриата физических профилей направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», в частности, профилей подготовки «Физика и Информатика» и «Физика и Дополнительное образование (робототехника)».

Факультатив рассчитан на 72 академических часа, из которых 24 ч. аудиторных, а 48 ч. предусмотрено на самостоятельную работу студентов (СРС). Аудиторные часы раз-

биты на 8 ч. лекционных и 16 ч. лабораторных занятий, а половина часов СРС (24 ч.) отведена на выполнение проектов.

Далее представлены перечни лекционных и лабораторных занятий, каждое из которых имеет продолжительность 2 академических часа.

Лекции:

1. Модели современной элементной базы силовой электроники.
2. Программы компьютерного моделирования и цифровые образовательные ресурсы для изучения схем электротехники и силовой электроники.
3. Классификация схем силовой электроники по функциональному назначению.
4. Классификация методов управления и регулирования выходных напряжений схем силовой электроники.

Лабораторные работы:

1. Знакомство со средой моделирования. Модели элементов электротехники и силовой электроники.
2. Оценка качества выходных постоянного и переменного напряжений.
3. Неуправляемые (диодные) выпрямители.
4. Управляемые выпрямители.
5. Автономные инверторы напряжения.
6. Широтно-импульсная модуляция выходного напряжения инвертора.
7. Амплитудно-импульсная модуляция. Многоуровневые инверторы напряжения.
8. Преобразователи постоянного напряжения.

При этом календарно-тематическое планирование предполагает, что выполнение лабораторных работ 1 и 2 опирается на изученный материал лекций 1 и 2, лабораторной работы 3 – лекции 3, а лабораторных работ 4...8 – лекции 4.

Ниже представлены некоторые возможные темы проектов, которые выполняются также при помощи компьютерного моделирования в PSIM:

- «Диодные выпрямители с повышенной пульсностью выходного напряжения»;
- «Регулятор переменного напряжения на базе тиристора»;
- «Резонансный инвертор»;
- «Двунаправленные полностью управляемые ключи»;
- «Активный выпрямитель»;
- «Несимметрия трехфазной нагрузки»;
- «Синфазное напряжение трехфазного инвертора напряжения».

Разработаны диагностические материалы по предметному содержанию факультатива и составлен опросник по вопросам применения компьютерного инструментария рассмотренных предметных областей, выявляющий сформированность операций вычислительного мышления, связанных с формализацией, алгоритмами, моделированием и оценкой вычислительного результата. Как и разработанные учебные материалы, данная диагностика подходит и для студентов – будущих учителей физики, и для обучающихся инженерных классов, то есть может рассматриваться как часть методической подготовки учителей.

Основная апробация разработанного учебно-методического обеспечения факультатива проведена на базе педагогического технопарка «Кванториум им. К.Д. Ушинского» Бийского филиала им. В.М. Шукшина Алтайского государственного педагогического университета, на занятиях по дисциплине «Методика обучения физике» бакалавров профилей подготовки «Физика и Дополнительное образование (робототехника)» в осеннем семестре 2025-2026 учебного года. На рис. 1 показано фото, на котором лабораторное занятие по программе факультатива проводит зав. кафедрой МФИ, кандидат физико-математических наук Шилинг Г.С.

На рис. 2-4 показано применение компьютерного моделирования в среде PSIM на лабораторных занятиях факультатива на примере лабораторной работы 3, посвященной изучению неуправляемых выпрямителей.

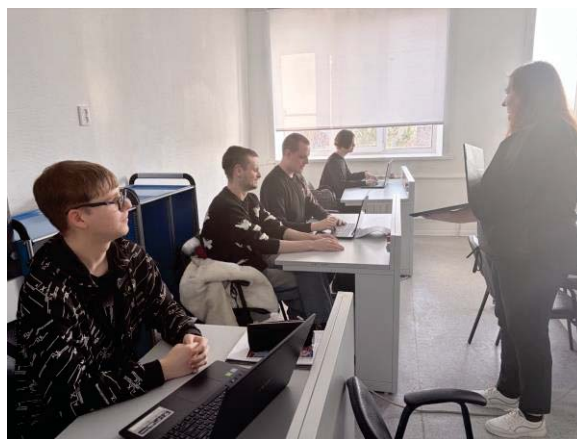


Рисунок 1 – Объяснение назначения настроек управления моделированием в программе PSIM

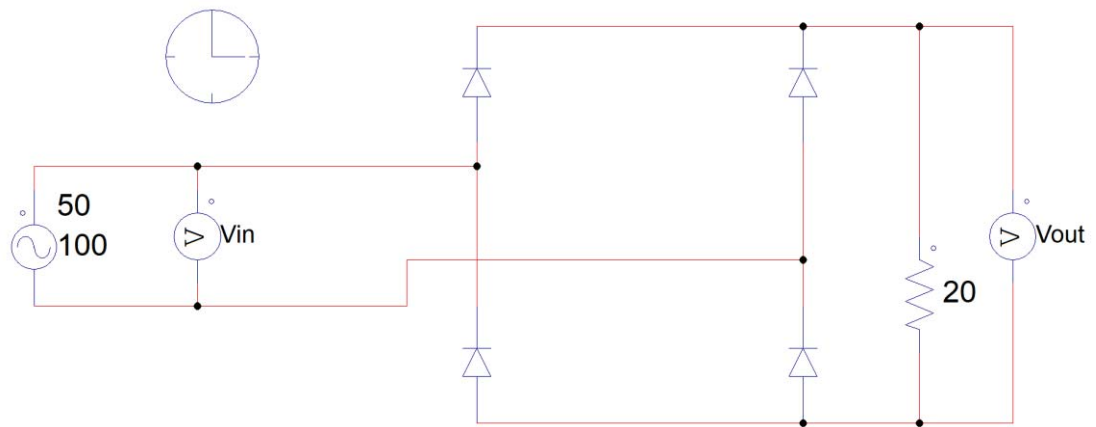


Рисунок 2 – Модель схемы неуправляемого (диодного) однофазного двухполупериодного (мостового) выпрямителя с активной нагрузкой без выходного фильтра; установлена частота входного напряжения 50 Гц

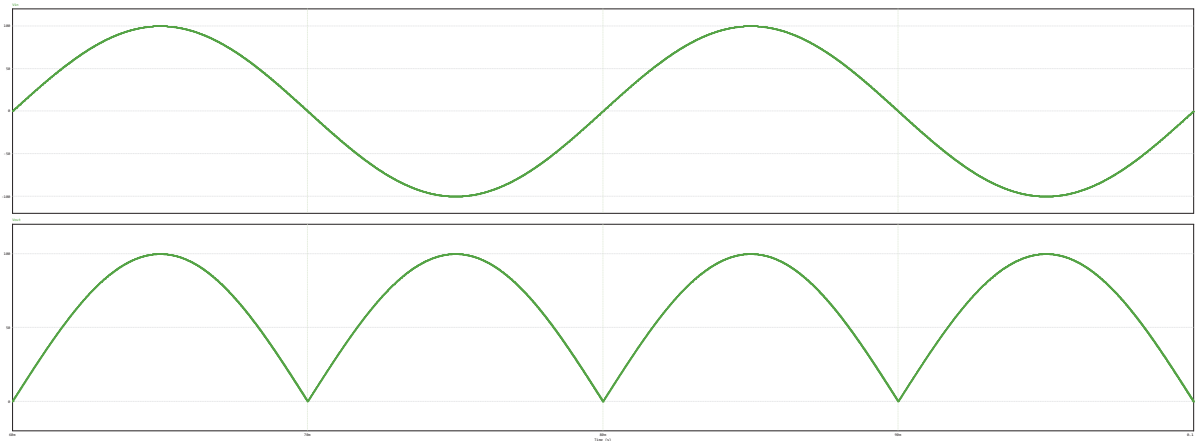


Рисунок 3 – Временные диаграммы входного переменного напряжения (верхний рисунок) и выходного выпрямленного напряжения (нижний рисунок); период выходного напряжения вдвое меньше периода входного напряжения

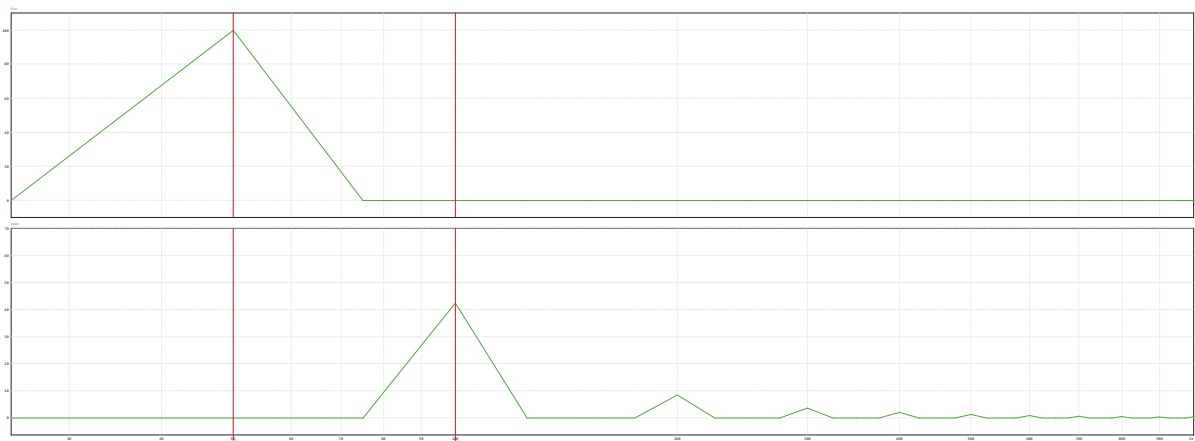


Рисунок 4 – Спектрограммы входного переменного синусоидального напряжения (верхний рисунок) и переменной составляющей выходного выпрямленного напряжения (нижний рисунок); спектр входного напряжения содержит единственную гармонику частотой 50 Гц, тогда как в спектре выходного напряжения присутствуют гармоники с частотами, кратными 100 Гц

РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ И СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ К РАБОТЕ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КЛАССАХ

На временных диаграммах (рис. 3) можно видеть отличия в характере изменения во времени выходного и входного сигналов. В пределах заданного временного окна нажатием на соответствующие кнопки можно оценивать средние значения, действующие значения (RMS) сигналов, их глобальные и локальные максимумы и минимумы. Для оценки гармонического состава сигналов следует перейти к частотному окну (рис. 4), где показывается результат их обработки по алгоритму быстрого преобразования Фурье (FFT). Нажатиями на кнопку локального максимума можно переходить от максимума к максимуму и получить числовые значения амплитуд всех интересующих гармоник.

Также командой проекта была проведена апробация материалов в этой же группе бакалавров путем выполнения проектов, примеры тем которых представлены выше.

Дополнительно апробация компонентов УМК «Методика преподавания электротехники и силовой электроники для инженерных классов» проведена в образовательном процессе российско-таджикского государственного бюджетного общеобразовательного учреждения «Средняя школа с углублённым изучением отдельных предметов в г. Худжанд имени А.П. Чехова» (Республика Таджикистан, город Худжанд) при проведении внеурочных занятий по физике 10 и 11 классов и в проектной работе школьников по направлению «Робоквантум» (робототехника).

Руководитель проекта, доцент кафедры МФИ Бийского филиала им. В.М. Шукшина АлтГПУ, кандидат технических наук Лопаткин Н.Н. находился непосредственно в российско-таджикской школе имени А. П. Чехова (РТ СОШ им. А.П. Чехова) с 27.10.2025 по 01.11.2025 в составе группы преподавателей АлтГПУ, проводивших мероприятия организованной АлтГПУ Недели точных и естественных наук на русском языке (см. рис. 5).

По разработанным методическим материалам для лабораторных работ описанного выше факультатива в данной школе Лопаткиным Н.Н. в рамках программы «Нескучные каникулы» (одно из мероприятий Недели) 29-30.10.2025 проведено несколько занятий со школьниками средних и старших классов «Компьютерное моделирование устройств силовой электроники», см. рис. 6-7.

Также был проведен опрос старшеклассников (рис. 8) и учителей математики, физики и информатики школ Согдийской области Республики Таджикистан (на организованных для них в рамках Недели курсах повышения квалификации «Применение ИКТ и искус-

ственного интеллекта в обучении дисциплинам естественно-научного направления») о компьютерном моделировании в проектной деятельности. Результаты опроса будут представлены в будущих публикациях.

31.10.2025 Лопаткину Н.Н. директором РТ СОШ им. А.П. Чехова Ходжаевой М.Д. в торжественной обстановке был вручен акт об апробации результатов научно-исследовательской работы в образовательном процессе школы (рис. 9).



Рисунок 5 – Представитель Управления образования Согдийской области, группа преподавателей АлтГПУ, директор и учителя школы имени А.П. Чехова на открытии Недели точных и естественных наук [27]



Рисунок 6 – Объяснение результата моделирования [28]

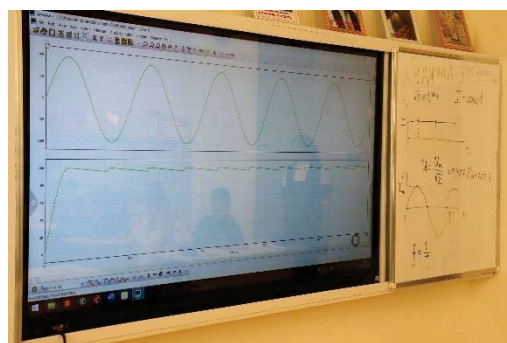


Рисунок 7 – Результат моделирования в программе PSIM выходного напряжения выпрямителя с ёмкостным фильтром [28]



Рисунок 8 – Опрос старшеклассников о компьютерном моделировании в проектной деятельности [29]

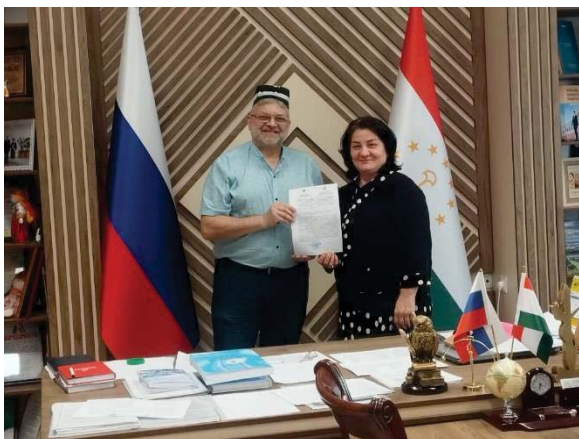


Рисунок 9 – Вручение акта об апробации результатов научно-исследовательской работы в образовательном процессе РТ СОШ им. А.П. Чехова

Следует отметить, что из школьников средних классов активно работали на занятиях «Компьютерное моделирование устройств силовой электроники» - а именно следили за этапами построения модели и ее настройки, выдвигали предположения о возможных изменениях параметров выходного напряжения после изменения параметров выходного фильтра, задавали вопросы и т.п. - лишь те учащиеся, которые изначально интересовались физикой и ориентированы на поступление для дальнейшего обучения на специальности, связанные с физикой и инженерией в российские университеты. Таким образом, они практически полностью соответствуют контингенту обучающихся в инженерных классах.

Кроме обучения бакалавров физических специальностей педвузов, разработанные методические материалы также могут быть использованы для программ дополнительного образования школьных учителей физики.

Для максимально эффективного обучения по программе факультатива в дальнейшем предусмотрена реализация программно-аппаратного комплекса для мобильного обучения учителей физики [24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совершенствование предметного содержания обучения физике в общеобразовательных учреждениях может служить мощным драйвером подготовки будущих инженеров. Особенно это касается инженерных классов, прямо поставляющих хорошо подготовленных и мотивированных абитуриентов в технические университеты. На основе анализа современных тенденций развития электротехники и силовой электроники, а также стандартов и требований к электрическому питанию, разработано предметное содержание обучения физике в инженерных классах общеобразовательных учреждений.

Для подготовки учителей физики к работе в профильных инженерных классах разработаны методические материалы по электротехнике и силовой электронике, оформленные в виде УМК для проведения факультатива «Методика преподавания электротехники и силовой электроники для инженерных классов» при обучении студентов педвузов. Аудиторные часы факультатива включают лекции и лабораторные работы, выполняемые на компьютерных моделях программной среды для моделирования устройств и систем силовой электроники. Половина времени внеаудиторной работы отведена на выполнение проектов в той же программной среде, для чего разработана тематика проектов по электротехнике и силовой электронике, задания и критерии оценивания проектов. Проведенная апробация показала эффективность использования при обучении студентов компьютерных моделей электротехнических и силовых электронных устройств, в том числе для организации проектной деятельности, и готовность разработанных материалов к внедрению в образовательный процесс как в педагогических вузах, так и в профильных инженерных классах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С нового учебного года в России откроются 126 инженерных классов по профилю судостроения / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации: [сайт]. – URL: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/nauka-i-obrazovanie/57287/> (дата обращения: 04.11.2025).

2. Что такое инженерный класс и как в него попасть – рассказали в Минпросвещения / Учительская газета. Независимое педагогическое издание: [сайт]. – URL: <https://ug.ru/chto-takoe-inzhenernyj-klass-i-kak-v-nego-popast-rasskazali-v-minprosveshheniya/> (дата обращения: 04.11.2025).
3. Указ Президента Российской Федерации от 18.06.2024 г. № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий» / Официальный интернет-портал правовой информации: [сайт]. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&firstDoc=1&astDoc=1&nd=607138457> (дата обращения: 04.11.2025).
4. Передовые инженерные школы: [сайт]. – URL: <https://engineers2030.ru/> (дата обращения: 04.11.2025).
5. Передовые инженерные школы участвуют во внедрении инноваций / Российская газета: [сайт]. – URL: <https://rg.ru/2025/08/29/uskorenienie-mechty.html?ysclid=mi178shr4n220427293> (дата обращения: 04.11.2025).
6. Опыт новосибирской ПИШ рекомендован для других регионов России / Российская газета: [сайт]. – URL: <https://rg.ru/2025/08/28/reg-sibfo/opyt-novosibirskoj-pish-rekomendovan-dlia-drugih-regionov-rossii.html> (дата обращения: 04.11.2025).
7. Решетникова Н. В Новосибирской области создано 300 инженерных классов / Российская газета: [сайт]. – URL: <https://rg.ru/2024/04/18/reg-sibfo/v-novosibirskoj-oblasti-sozdano-300-inzhenernih-klassov.html> (дата обращения: 04.11.2025).
8. В новом учебном году в Бийске на базе трех школ откроют инженерные классы / Бийский рабочий: [сайт]. – URL: <https://biwork.ru/obrazovanie/83504-v-novom-uchebnom-godu-v-bijske-na-baze-treh-skol-otkrout-inzenernye-klassy> (дата обращения: 04.11.2025).
9. Программы обучения специальности бакалавриата «Электроэнергетика и электротехника» / Поступи Онлайн: выбор профессии: [сайт]. – URL: <https://postupi.online/specialnost/13.03.02/programmy-obucheniya/> (дата обращения: 04.11.2025).
10. Мерзлякова Д.Р., Мирошниченко А.А. Разработка методики обучения школьников в профильных инженерно-технологических классах // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 10. – С. 211-215. – URL: <https://s.top-technologies.ru/pdf/2018/10/37222.pdf> (дата обращения: 04.11.2025).
11. Энерджинет [Электронный ресурс]. – URL: <https://energynet.ru/> (дата обращения: 04.11.2025).
12. Энерджинет / Национальная технологическая инициатива: [сайт]. – URL: <https://nti2035.ru/markets/energynet> (дата обращения: 04.11.2025).
13. Солнечные фотоэлектрические станции: монография / Р.А. Амерханов, О.В. Григораш, И.Б. Самородов, Б.К. Цыганков, Е.С. Воробьев. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 206 с.
14. Lu Q., Chen Y., Zhang X. Smart Power Systems and Smart Grids: Toward Multi-objective Optimization in Dispatching Hardcover - Import. – De Gruyter, 2022. – 239 p.
15. Конструирование и расчет автомобилей и тракторов. Электромобили: учеб. пособие / Н.Н. Демидов, А.А. Красильников, А.Д. Элизов. – СПб.: изд-во Политехн. ун-та, 2016. – 96 с.
16. Haque A., Mekhilef S., Malik A. Artificial Intelligence for Power Electronics. – Wiley-IEEE Press, 2025. – 400 p.
17. Зиновьев Г.С. Силовая электроника / Г.С. Зиновьев. – М.: Юрайт, 2012. – 667 с.
18. Справочник по силовой электронике / Ю.К. Розанов, П.А. Воронин, С.Е. Рывкин, Е.Е. Чаплыгин; под ред. Ю.К. Розанова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2014. – 472 с.
19. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Электромагнитная совместимость. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
20. Электромагнитная совместимость устройств силовой электроники. Трехфазные выпрямители с улучшенной ЭМС: учебно-методическое пособие / Г.С. Зиновьев, И.А. Александров, С.В. Заводина, Д.В. Кочнев, Д.А. Курочкин, Н.Н. Лопаткин, Н.В. Севастьянов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. – 70 с.
21. Педагогическая энциклопедия / Глав. ред. И.А. Каиров и Ф.Н. Петров. т. 4. – М.: Советская энциклопедия, 1968. – 912 с.
22. Крутова И.А., Дергунова О.Ю. Методическая система подготовки будущих учителей физики к обучению школьников обобщенному методу решения прикладных задач, связанных с разработкой технических устройств // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. – URL: <https://s.science-education.ru/pdf/2012/4/351.pdf> (дата обращения: 04.11.2025).
23. Каталог учебных стендов и программного обеспечения / ГалСен®: [сайт]. – URL: <https://galsen.ru/catalog> (дата обращения: 04.11.2025).
24. Шилинг Г.С. Методическая и предметная подготовка учителей физики в области электротехники и силовой электроники для работы в специализированных инженерных классах общеобразовательных школ [Электронный ресурс] / Г.С. Шилинг, А.И. Чередниченко, Н.Н. Лопаткин. – Синтез науки и образования: актуальные вопросы педагогики – 2025: сборник материалов Международной научно-практической конференции (23 октября 2025 г., г. Краснодар). – Электрон. текст. дан. (7,0 Мб). – Киров: Изд-во МЦИТО, 2025. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования: PC, Intel 1 ГГц, 512 Мб RAM, 7,0 Мб свобод. диск. пространства; CD-привод; ОС Windows XP и выше, ПО для чтения pdf-файлов. – Загл. с экрана. – 332 с., с. 236-244. – URL: <https://mcito.ru/publishing/epub/collections?view=1082> (дата обращения: 04.11.2025).
25. Asadi F., Eguchi K. Power Electronics Circuit Analysis with PSIM. – Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston, 2021. – 608 p.

26. Карасев А.В. Некоторые особенности моделирования устройств силовой электроники в системе PSIM // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием в рамках IV Всероссийского светотехнического форума с международным участием, Саранск, 15–16 марта 2017 года. Ответственный редактор О.Е. Железникова. – Саранск: Индивидуальный предприниматель Афанасьев Вячеслав Сергеевич. 2017. – С. 573-577. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_30691194_49266183.pdf (дата обращения: 04.11.2025).

27. На базе российско-таджикской школы имени А. П. Чехова стартовала Неделя точных и естественных наук! / Российско-таджикская школа в городе Худжанд: [сайт]. – URL: <https://rtsosh-khujand.tj/about/news/na-baze-rossiysko-tadzhikskoy-shkoly-imeni-a-p-chekhova-startovala-nedelya-tochnykh-i-estestvennykh/> (дата обращения: 04.11.2025).

28. «Нескучные каникулы» стартовали! / Российско-таджикская школа в городе Худжанд: [сайт]. – URL: <https://rtsosh-khujand.tj/about/news/neskuchnye-kanikuly-startovali/> (дата обращения: 04.11.2025).

29. Подготовка к ЕГЭ и ОГЭ продолжается! / Российско-таджикская школа в городе Худжанд: [сайт]. – URL: <https://rtsosh-khujand.tj/about/news/podgotovka-k-ege-i-oge-prodolzhaetsya/> (дата обращения: 04.11.2025).

Лопаткин Николай Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры математики, физики, информатики Бийского филиала им. В.М. Шукшина АлтГПУ (г. Бийск), e-mail: nikolay_lopatkin@mail.ru;

Чередниченко Антон Иванович – старший преподаватель кафедры математики, физики, информатики Бийского филиала им. В.М. Шукшина АлтГПУ (г. Бийск), e-mail: anton.chered@mail.ru.

**NEURAL NETWORK REGRESSION METHOD
FOR ESTIMATING METAL TEMPERATURE FROM VISUAL DATA**

I. S. Kladov, D. E. Kribobokov

A non-contact method for measuring the temperature of red-hot metal blanks (500–900°C) based on the analysis of their incandescence color using a CNN (Convolutional Neural Network) is proposed. The architecture is adapted to work under variable lighting conditions. Testing on nichrome spirals demonstrated an accuracy of 5–7.5% (MAE). The method eliminates interference from contact sensors during induction heating. Potential methods for improving accuracy using a parametric model based on Planck's law are suggested. Image enhancement for analysis using gamma correction and the Reinhard function..

Keywords: non-contact thermometry, induction heating, computer vision, deep learning, convolutional neural networks, thermal radiation, digital image processing.

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR A HIGH-PRECISION CONTACT CONDUCTOMETER

D. E. Krivobokov, N. V. Markov

The development of a software algorithm for a microcontroller designed to control a contact conductometer is considered. The principles of synchronous detection used to suppress noise and extract a weak useful signal are described. An algorithm is presented that provides synchronous generation of a reference signal, control of the detector's analog key, and processing of data from the ADC, taking into account transient processes. Special attention is paid to methods of digital filtering and compensation of systematic errors to achieve high accuracy and stability in measuring the specific electrical conductivity of liquids.

Keywords: contact conductometer, synchronous detection, microcontroller, software, control algorithm, ADC, measurement accuracy, specific conductivity, digital filtering, compensation.

**Part 7
Other**

**DEVELOPMENT OF EDUCATIONAL MATERIALS IN ELECTRICAL ENGINEERING AND POWER
ELECTRONICS FOR PREPARING PHYSICS TEACHERS TO TEACH IN SPECIALIZED ENGINEERING
CLASSES**

N. N. Lopatkin, A. I. Cherednichenko

Altai State Pedagogical University, Biysk branch named after V.M. Shukshin, Biysk

Engineering classes in general education institutions make it possible to prepare future students for studies at universities of engineering profile, thus forming a foundation for the human resource potential of Russia's technological development. The article addresses issues arising in the development of the curriculum content for specialized engineering classes and presents methodological materials designed to prepare physics teachers for work in such classes. In particular, it describes an instructional and methodological package for the elective course "Methods of Teaching Electrical Engineering and Power Electronics for Engineering Classes" for students of pedagogical universities, taking into account the strong demand for engineers in the undergraduate training program "Electrical Engineering and Power Engineering." An example of using computer modeling in the PSIM environment for laboratory and practical sessions of the elective course is provided. The article briefly describes the conditions under which the developed methodological materials were partially tested.

Key words: engineering classes, physics, teacher training, teacher training universities, bachelor's degree programs, curriculum content, electrical engineering and power electronics in school, instructional and methodological complex, computer modeling, PSIM.

AUTOMATION OF PCB MANUFACTURING

I. D. Paramonov, A. N. Somov, K. R. Zarichny

Polzunov Altai State Technical University, Barnaul

The article is devoted to the development of automated equipment for the manufacture of double-sided printed circuit boards in design bureaus by automating the processes of photoresist exposure and galvanic deposition of metal. The methods and equipment used are described, the process of selecting components and programming the STM32 microcontroller using the STM32CubeIDE development environment is considered. A detailed algorithm for connecting circuit elements and configuring the interaction between them is provided. The final layout of the device is presented, confirming the operability of the proposed solution.

Keywords: printed circuit boards, microcontroller, UART, software, port.

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ

Электронное периодическое научное издание

Статьи опубликованы в авторской редакции

Издательство Алтайского государственного
технического университета им. И. И. Ползунова
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46



ISSN 2079-1097

Издательство АлтГТУ им. И. И. Ползунова
656038 г. Барнаул, пр. Ленина, 46, каб. 113 главного корпуса
тел./факс +7 (3852) 29-09-46
сайт: <http://ipc.altstu.ru/> e-mail: altgtu@mail.ru
Дизайн обложки: Р.С. Жуковский, доц. каф. ТИАрх

НА ОБЛОЖКЕ:

Главный корпус АлтГТУ, памятник И. И. Ползунову, г. Барнаул